Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 551-565

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۵۶۵-۵۵۱

بررسی عملکرد کمی و کیفی ارقام چغندرقند در تاریخ‌های مختلف کشت مستقیم و نشایی در دو منطقه شیروان و مشهد

میلاد باقری شیروان[1]، قربانعلی اسدی[2*]، علیرضا کوچکی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۱/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی و مقایسه کشت نشایی و کشت مستقیم ارقام مختلف چغندرقند در تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو منطقه شیروان و مشهد اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام چغندرقند (دورتی و آناکوندا)، روش کاشت (مستقیم و نشایی) و تاریخ کاشت (۱۵ اردیبهشت و ۱۵ خرداد) بود. صفات کمی و کیفی مانند عملکرد ریشه، وزن برگ، عیار قند، ناخالصی‌های ریشه، میزان شکر ملاس، میزان شکر خالص، عملکرد شکر خالص و ضریب استحصال شکر اندازه‌گیری و محاسبه گردید. نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر این بود که کشت چغندرقند در منطقه شیروان در مقایسه با منطقه مشهد از عملکرد بیشتری برخوردار بود. علاوه بر این، بیشترین عملکرد ریشه (۷۷/۳۴ تن در هکتار) و عملکرد شکر خالص (۹/۸۴۸ تن در هکتار) چغندرقند از کشت نشایی در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد. از نظر میزان ناخالصی‌های ریشه بین دو روش کاشت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. علاوه بر این، میزان قند قابل استحصال، عیار قند و ضریب استحصال شکر در کشت نشایی بر کشت مستقیم چغندرقند ارجحیت داشت. بررسی نتایج نشان داد که میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در ریشه چغندرقند با تأخیر در کاشت به میزان ۲۶/۲۹، ۲۱/۲۴ و ۱۴/۴۲ درصد افزایش یافت. در بین ارقام مورد بررسی، رقم آناکوندا از عملکرد ریشه و شکر بیشتری در مقایسه با رقم دورتی برخوردار بود. نتایج بیانگر این بود که بین میزان ناخالصی‌های ریشه و ضریب استحصال شکر، همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت. درمجموع به نظر می‌رسد، کشت نشایی چغندرقند در تاریخ کاشت اردیبهشت‌ماه باعث افزایش عملکرد ریشه و شکر چغندرقند می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: انتقال نشا، ضریب استحصال شکر، عملکرد ریشه، ناخالصی‌های ریشه

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی ایران، سهم به‌سزایی را در تولید قند و شکر کشور به‌خود اختصاص داده است، به‌طوری‌که در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، حدود ۱۴۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی به کشت این گیاه اختصاص داشت. استان‌های خراسان شمالی و رضوی به‌واسطه حضور کارخانه‌های قند و شرایط مساعد برای رشد چغندرقند، از مناطق عمده کشت و تولید چغندرقند به‌شمار می‌آیند، به‌طوری‌که از مجموع سطح زیر کشت چغندرقند در ایران، حدود ۱۹ درصد آن (معادل ۲۶,۷۱۷ هکتار) مربوط به استان خراسان رضوی و حدود ۳,۳۷۰ هکتار آن مربوط به استان خراسان شمالی است.

با توجه به اهمیت چغندرقند و تمایل کشاورزان منطقه به کاشت آن، مشکلات زیادی در راه توسعه کشت این گیاه وجود دارد. یکی از مشکلات پیش روی کشاورزان در کشت چغندرقند در استان‌های خراسان، تداخل تاریخ کاشت چغندرقند با سایر گیاهان بهاره و هم‌زمانی کاشت یا اوایل رشد آن با انتهای دوره رشد غلات و ضرورت آبیاری غلات است، علاوه بر این رطوبت بالای خاک در پی بارندگی‌های اواخر زمستان و اوایل بهار باعث عدم آماده‌سازی زمین و کاشت به‌موقع این گیاه می‌شود (Hosseinian *et al*., 2014). این عوامل باعث به تاخیر افتادن کشت چغندرقند و در نهایت کاهش عملکرد به‌واسطه کاهش طول دوره رشد می‌گردد. از سوی دیگر، محدودیت‌هایی که شرایط نامساعد خاک و عدم آماده‌سازی مناسب بستر کاشت به همراه دارد، مشکلاتی مانند استفاده بیش از حد بذر برای کاشت را در پی دارد که هزینه‌های زیادی را به کشاورزان متحمل می‌سازد. از دیگر مشکلاتی که نقش به‌سزایی در کاهش توسعه کشت چغندرقند در منطقه داشته است می‌توان به محدودیت آب اشاره کرد، با توجه به دوره رشد طولانی چغندرقند و به دنبال آن نیاز آبی زیاد این گیاه (Sadreghaen *et al*., 2009; Haghayeghi Moghaddam *et al*., 2005)، کشت چغندرقند در مناطق دارای

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲- دانشیار، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استاد، گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: asadi@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/gsc.v17i4.76512

محدودیت آب، کاهش یافته است (Faberio *et al*., 2003). علاوه بر این موارد، کنترل علف‌های هرز در زراعت چغندرقند نیز همواره مشکلات متعددی را برای کشاورزان در پی داشته است. کنترل علف‌های هرز در کشت چغندرقند به‌طور معمول توسط کارگر و به‌صورت دستی و در چند مرحله صورت می‌گیرد که نیازمند صرف هزینه زیادی توسط کشاورز است (Koocheki *et al*., 2008; Chaligar *et al*., 2014)، از این‌رو تمایل کشاورزان به استفاده از علف‌کش‌های شیمیایی افزایش پیداکرده است (Kaya and Buzluk, 2006; Siahmarguee *et al*., 2010) که معمولاًبه‌واسطه کیفیت نامناسب کارآمد نبود و تبعات زیست‌محیطی خاص خود را در پی دارد.

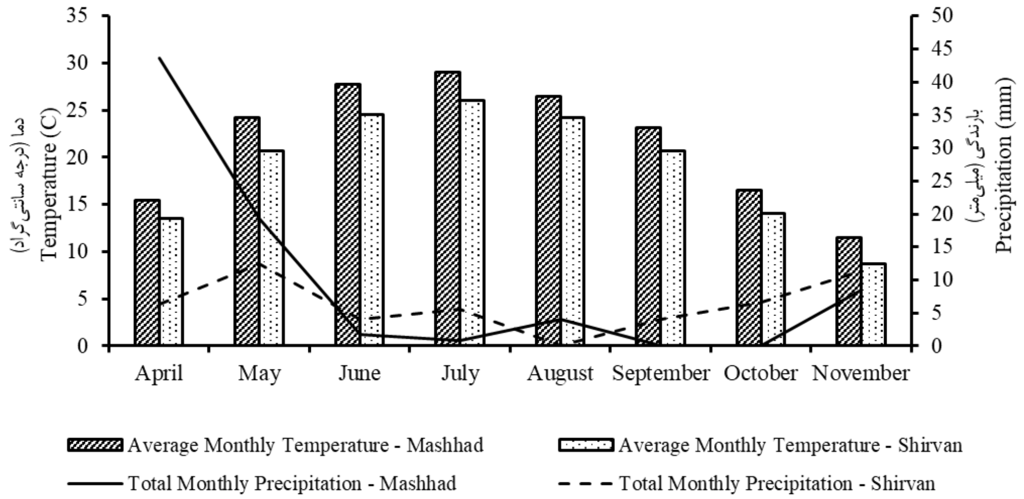
تغییر تاریخ کاشت یکی از راهکارهایی است که کشاورزان برای مقابله با مشکلات پیش روی کشت چغندرقند به‌کار می‌برند، البته همان‌طور که به آن اشاره شد، گاهی اوقات این تغییر تاریخ کاشت به اجبار شرایط اقلیمی به کشاورزان تحمیل می‌گردد. به‌طور کلی، تاریخ کاشت از عوامل زراعی مهم بر بهبود رشد و عملکرد چغندرقند به‌شمار می‌رود (Kandil *et al*., 2004) و مهم‌ترین عامل موثر بر انتخاب رقم چغندرقند محسوب می‌شود (Beckett, 1982) و در هر منطقه با توجه به دمای غالب آن منطقه در فصل رشد تعیین می‌گردد (Ferdous *et al*., 2015). تاریخ کاشت متناسب با شرایط اقلیمی منطقه، از طریق فراهم نمودن فرصت کافی برای رشد، شرایط مطلوبی را برای تطبیق گیاه با پارامترهای محیطی به‌وجود می‌آورد و رشد و عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Hasibi *et al*., 2011).

یکی دیگر از روش‌هایی که در سال‌های اخیر در زراعت گیاهان زراعی مورد توجه قرار گرفته است، کشت نشایی است. کشت نشایی چغندرقند نیز در سال‌های اخیر توسط برخی از کشاورزان استان‌های خراسان به‌منظور رفع برخی از موانع پیش روی کشت این گیاه به‌کار گرفته می‌شود. کاهش میزان بذر مورد نیاز برای کاشت (Taheri *et al*., 2015) و سطح سبز بیشتر و یکنواخت‌تر (Fanadzo *et al*., 2009)، افزایش طول دوره رشد (Vantine and Verlinden, 2003) و کاهش هم‌زمانی کاشت گیاهان بهاره با آبیاری سایر گیاهان، کاهش دفعات آبیاری و کاهش میزان آب مصرفی (Dehghani *et al*., 2015)، افزایش کارایی استفاده از منابع و نهاده‌ها (Khaembah and Nelson, 2016)، کاهش خسارت علف‌های هرز و کاهش هزینه‌های کنترل علف‌های هرز (Khaembah and Nelson, 2016) و همچنین بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه زراعی (Hasibi *et al*., 2011; Karbalaei *et al*., 2012) از مزایای کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم بذر است. ازاین‌رو، به نظر می‌رسد کشت نشایی چغندرقند قادر خواهد بود بخشی از مشکلاتی که کشاورزان در کشت مستقیم با آن روبه‌رو هستند را کاهش دهد. هر چند، انتخاب تاریخ کاشت یا زمان مناسب انتقال نشا نیز حائز اهمیت است و نقش مؤثری بر رشد و عملکرد گیاه زراعی دارد (Karbalaei *et al*., 2012; Rastegar and Heydari, 2006). در مقایسه کاشت مستقیم و گلدانی سه رقم چغندرقند بهاره در تاریخ‌های مختلف کاشت در اهواز بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند در کشت نشایی تاریخ کاشت اول (اول دی) گزارش شده است (Hasibi *et al*., 2011). در مطالعه دیگری برتری کشت نشایی در مقایسه به کاشت مستقیم بذر و همچنین برتری تاریخ کاشت به‌موقع در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت گزارش شده است (Karbalaei *et al*., 2012). البته برخی از گزارش‌ها نیز به برتری کشت مستقیم بر کشت نشایی چغندرقند اشاره‌کرده‌اند (Nasri *et al*., 2011b).

کشت نشایی چغندرقند به‌عنوان روشی نوظهور تلقی می‌شود که نیازمند بررسی بیشتری است و با توجه به انتخاب کشت نشایی چغندرقند توسط کشاورزان منطقه به‌منظور رفع معضلات پیش روی کشت این گیاه زراعی، ارزیابی جوانب زراعی آن ضروری به نظر می‌رسد. از طرفی کشت مستقیم چغندرقند در استان‌های خراسان شمالی و رضوی در صورت مساعد بودن شرایط اقلیمی معمولاً در اردیبهشت ماه انجام می‌گیرد و ممکن است به‌واسطه بارندگی اوایل فصل تا اواسط خرداد ماه به تعویق بیافتد. بنابراین این مطالعه به‌منظور مقایسه تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت به‌عنوان تاریخ کاشت به‌موقع و تاریخ کاشت ۱۵ خرداد به‌عنوان تاریخ کاشت دیرهنگام در کشت مستقیم و نشایی دو رقم رایج در منطقه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مقایسه کشت نشایی و مستقیم ارقام چغندرقند در تاریخ‌های مختلف کشت دو آزمایش به‌صورت مجزا در دو منطقه مشهد (مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) و شیروان (مزرعه‌ای واقع در ده کیلومتری غرب شهرستان شیروان با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۷۵ متر از سطح دریا) در سال ۱۳۹۶ اجرا گردید. میانگین دمای ماهیانه و مجموع بارندگی ماهیانه هر دو منطقه در شکل ۱ ارائه شده است. برخی از خصوصیات خاک محل‌های اجرای آزمایش نیز در جدول ۱ آورده شده است.



شکل ۱- میانگین دمای ماهیانه و مجموع بارندگی ماهیانه در دو منطقه شیروان و مشهد در سال ۱۳۹۶
Figure 1- Average monthly temperature and total monthly precipitation in Shirvan and Mashhad in 2017

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل‌های اجرای آزمایش در شیروان و مشهد در سال ۱۳۹۶
Table 1- Physical and chemical characteristics of soil in experiment sites in Shirvan and Mashhad in 2017

منطقه Location	بافت خاک Soil texture	پتاسیم قابل‌جذب Available K (ppm)	فسفر قابل‌جذب Available P (ppm)	ازت کل Total N (%)	ماده آلی OM (%)	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	واکنش خاک pH
شیروان Shirvan	لومی رسی Clay loam	286	25.2	0.13	1.4	2.21	7.7
مشهد Mashhad	لومی سیلتی Silty loam	141	19.5	0.09	0.95	0.69	7.5

آزمایش‌ها به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل ارقام چغندرقند (دورتی و آناکوندا)، روش کشت (مستقیم و نشایی) و تاریخ کاشت (۱۵ اردیبهشت و ۱۵ خرداد) بود. رقم دورتی تولید شرکت سینجنتا و مبدأ آن کشور فرانسه و رقم آناکوندا تولید شرکت کوهن اند کو و مبدأ آن کشور بلژیک است. هر دو رقم از ارقام بهاره هستند و در بسیاری از مناطق به‌ویژه استان خراسان کشت می‌شوند. هر کرت به ابعاد سه متر در پنج متر (۱۵ مترمربع) در نظر گرفته شد که شامل شش ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر و طول پنج متر بود.

در کشت مستقیم بذر مطابق با روش رایج در منطقه، بذر هر یک از ارقام بر اساس تاریخ کاشت مورد نظر با فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی هر ردیف و با دست کشت گردید. آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. در مرحله چهار برگی به‌منظور دستیابی به تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار (فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر) گیاهان اضافه تنک گردید.

در کشت نشایی، بذرها به‌منظور کاهش درصد خطا و سهولت در کاشت درون گلدان‌های کاغذی به شکل استوانه با طول ۱۰ سانتی‌متر و قطر دو سانتی‌مترکه با مقدار مشخصی پیت موس پر شده بود، در گلخانه‌ای واقع در شهرستان فاروج کشت گردید. به‌منظور سهولت در حمل نشاها، گلدان‌ها درون جعبه‌های پلاستیکی قرار داده شد. بلافاصله پس از کاشت بذر، آبیاری به روش مه‌پاشی انجام گرفت. تغذیه نشاها در طول دوره رشد در گلخانه هم‌زمان با آبیاری انجام شد، اطلاعات محلول غذایی مورد استفاده برای تغذیه نشاها در جدول ۲ آورده شده است. انتقال نشاها در مرحله چهار برگی انجام گرفت. نشاها با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف (تراکم ۱۰۰ هزار بوته در هکتار) با دست در زمین اصلی قرار داده شد و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. به‌منظور دستیابی به هم‌زمانی عملیات انتقال نشا به زمین اصلی و کاشت مستقیم بذر، برای آماده‌سازی نشاها جهت کاشت در ۱۵ اردیبهشت، عملیات کاشت نشا در گلخانه در تاریخ ۱۵ فروردین انجام شد. از طرفی هم‌زمان با کاشت بذر و انتقال نشا در ۱۵ اردیبهشت، عملیات کاشت بذر در گلدان‌های کاغذی درون گلخانه و آماده‌سازی نشا برای تاریخ کاشت دوم (۱۵ خرداد) نیز انجام گرفت.

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی محلول غذایی مورد استفاده برای تغذیه نشاها در گلخانه

Table 2- Some of chemical characteristics of used nutrient solution for feeding the seedlings in greenhouse

آمونیوم Ammonium-N	نیترات Nitrate-N	فسفات Phosphate	پتاسیم Potassium	کلسیم Calcium	منیزیم Magnesium	آهن Forum	اسیدیته pH
ppm							
20	320	90	350	300	30	90	5.8

عملیات کوددهی بر اساس آزمایش خاک و مطابق با روش مرسوم در منطقه انجام گرفت. مرحله اول وجین علف‌های هرز مشابه با شرایط رایج در مزارع چغندرقند منطقه، هم‌زمان با تنک کشت مستقیم چغندرقند انجام شد و پس از آن در صورت نیاز انجام گرفت. در منطقه مشهد، به دلیل طغیان کرم طوقه بر عملیات سم‌پاشی دو مرتبه در طول فصل رشد انجام شد.

عملیات برداشت در تمامی تیمارهای آزمایش به‌صورت دستی، پنجم آبان در مشهد و هفتم آبان در شیروان از چهار ردیف میانی هر کرت با حذف نیم متر ابتدا و انتهایی هر کرت انجام گرفت. پس از برداشت، نمونه‌های برداشت‌شده برگ‌زنی شد و ریشه‌ها و برگ‌ها به تفکیک توزین گردید. به‌منظور تعیین عیار و اندازه‌گیری سایر خصوصیات مرتبط با ریشه، از ریشه‌های جمع‌آوری‌شده، تعداد پنج ریشه از هر ردیف به‌عنوان زیر نمونه انتخاب و خمیر ریشه از آن‌ها تهیه گردید. درصد قند به روش پلاریمتری (ICUMSA, 2007)، مقادیر سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتری و مقدار نیتروژن مضره به روش عدد آبی (Kubadinow and Weininger, 1972) اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه درصد قند ملاس (MS) از فرمول جدید برانشویک (معادله ۱) استفاده گردید (Buchholz *et al.*, 1995).

$$MS = 0.12\ (K + Na) + 0.24\ (\alpha\text{-amino N}) + 0.48 \qquad (۱)$$

در این رابطه، K، میزان پتاسیم، Na، میزان سدیم و α-amino N، مقدار نیتروژن مضره بر حسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم ریشه است.

ضریب قلیاییت (Alk) با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید (Wieninger and Kubadinow, 1971).

$$Alk = (K + Na) / (\alpha\text{-amino N}) \qquad (۲)$$

درصد قند قابل استحصال یا درصد شکر سفید (WSC) با استفاده از معادله (۳) محاسبه گردید (Draycott, 2006).

$$WSC = SC - MS - SFL \qquad (۳)$$

که در این معادله، SC، درصد شکر یا عیار قند، MS، درصد قند ملاس، SFL، خطای استاندارد کارخانه که معمولاً ۰/۶ در نظر گرفته می‌شود.

عملکرد شکر خالص (WSY) نیز با استفاده از معادله (۴) محاسبه گردید.

$$WSY = RY \times WSC \qquad (۴)$$

در این معادله، RY، عملکرد ریشه چغندرقند و WSC، درصد شکر سفید یا قند قابل استحصال است.

ضریب استحصال شکر (ECS) نیز از معادله (۵) به‌دست آمد (Abdollahian Noghabi *et al.*, 2005).

$$ECS = (WSC \div SC) \times 100 \qquad (۵)$$

به‌منظور بررسی متجانس بودن واریانس‌های خطا در دو منطقه اجرای آزمایش از آزمون بارتلت استفاده شد. با عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین واریانس‌های خطای دو منطقه، تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تجزیه مرکب انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز بر اساس آزمون توکی (اختلاف معنی‌دار قابل‌اعتماد) در سطح پنج درصد استفاده شد. در رابطه با بیان اثر فاکتورهای اصلی روی متغیرهای مورد بررسی از آزمون استیودنت-تی در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید. تمام بررسی‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار JMP (Pro. 13.2.1) انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد ریشه و برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر منطقه اجرای آزمایش بر میزان عملکرد ریشه چغندرقند معنی‌دار بود. این در حالی بود که تفاوت معنی‌داری از نظر وزن برگ در واحد سطح بین دو منطقه اجرای آزمایش مشاهده نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین عملکرد ریشه بین دو منطقه بیانگر این بود که تولید ریشه چغندرقند در شیروان با میزان ۶۸/۱۷۲ تن در هکتار، ۱۷/۲۴ درصد بیشتر از عملکرد ریشه چغندرقند در مشهد بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش عملکرد ریشه در منطقه شیروان در مقایسه با مشهد، شرایط مساعد تغذیه‌ای خاک محل آزمایش در شیروان باشد (جدول ۱).

اثر رقم نیز بر عملکرد ریشه معنی‌دار بود، در حالی‌که به لحاظ میزان تولید برگ در واحد سطح بین دو رقم مورد بررسی تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳). بیشترین عملکرد ریشه (۶۶/۱۹۹ تن در هکتار) از رقم آناکوندار به‌دست آمد که ۱۰/۱۱ درصد بیشتر از عملکرد ریشه حاصل از رقم دورتی بود (جدول ۴). تفاوت در عملکرد ریشه بین ارقام مختلف چغندرقند تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و میزان جذب نور است (Sadrabadi Haghighi *et al.*, 2011). تجمع ماده خشک در ریشه رقم آناکوندا در مقایسه با رقم

دورتی ۳۰ روز پس از کاشت حدود ۱۳ درصد بیشتر بود (داده‌ها نشان‌داده‌نشده است) که می‌تواند بیانگر برتری سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص رقم آناکوندا در مقایسه با رقم دورتی است و در نتیجه برتری در فتوسنتز و ذخیره‌سازی مواد در رقم آناکوندا را در پی داشته است (Mirzaei and Abdollahian-Noghabi, 2012). وجود اختلاف در میزان تولید بین ارقام مختلف چغندرقند توسط سایر محققین نیز گزارش‌شده است (Ferdous *et al*., 2015; Nasri *et al*., 2012b).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) عملکرد ریشه و وزن برگ چغندرقند تحت تاثیر رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت در دو منطقه شیروان و مشهد در سال ۱۳۹۶

Table 3- Combined analysis of variance (mean of squares) for root yield and leaf weight in sugar beet affected by cultivar, planting date and planting method in Shirvan and Mashhad in 2017

منبع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df	عملکرد ریشه Root yield	وزن برگ Leaf weight
Location	منطقه	1	1206.31**	10.69ns
Rep. (Location)	بلوک در منطقه	4	121.13	2.9
Cultivar (C)	رقم	1	443.78**	15.39ns
Planting date (D)	تاریخ کاشت	1	565.74**	31.14*
Planting method (M)	روش کاشت	1	2086.79**	32.41*
C*D		1	90.2ns	18.97ns
C*M		1	15.55ns	6.66ns
D*M		1	829.17**	7.08ns
C*D*M		1	137.33ns	16.43ns
C*Location		1	39.64ns	3.09ns
D* Location		1	5.63ns	2.37ns
M* Location		1	83.74ns	0.09ns
C*D* Location		1	0.342ns	1.39ns
C*M* Location		1	60.14ns	5.94ns
D*M* Location		1	9.57ns	3.39ns
C*D*M* Location		1	23.49ns	3.46ns
Error	خطا	28	42.69	6.41
C.V. (%)	ضریب تغییرات	-	10.3	20.2

*، ** و ns، به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns, indicated significant at 5%, 1% levels of probability and no significant, respectively

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر متقابل تاریخ کاشت در روش کاشت نیز بر عملکرد ریشه چغندرقند معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند در کشت نشایی ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد. این در حالی بود که بین کشت مستقیم در ۱۵ اردیبهشت و کشت نشایی و مستقیم در ۱۵ خرداد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۲). در چغندرقند، افزایش طول دوره رشد تأثیر مثبتی روی رشد ریشه و افزایش عملکرد دارد (Schnepel and Hoffmann, 2016). در مقایسه کشت نشایی و مستقیم چغندرقند در دو تاریخ کاشت در اهواز نیز بیشترین عملکرد ریشه چغندرقند از کشت نشایی در تاریخ کاشت اول گزارش‌شده است (Hasibi *et al*., 2011). در مطالعه دیگری که در رابطه با مقایسه کشت نشایی و مستقیم چغندرقند در سه تاریخ کاشت، کاهش عملکرد ریشه چغندرقند به‌واسطه تأخیر در کاشت گزارش‌شده است (Karbalaei *et al*., 2012).

عیار قند

نتایج تجزیه واریانس بیانگر این بود که ازنظر عیار قند بین دو منطقه مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت، علاوه بر این، به غیر از اثر رقم، اثر سایر فاکتورهای آزمایش بر میزان عیار قند معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین عیار قند چغندرقند از کاشت چغندرقند در منطقه شیروان به‌دست آمد (جدول ۶). به‌نظر می‌رسد این اختلاف بین دو منطقه به دلیل شرایط متفاوت آب و هوایی به‌خصوص در اواخر فصل رشد باشد. در پایان فصل رشد، دمای پایین‌تر در منطقه شیروان (شکل ۱) شرایط مطلوبی را برای تجمع مواد قندی در ریشه چغندرقند فراهم می‌آورد (Jafarnia *et al*., 2015).

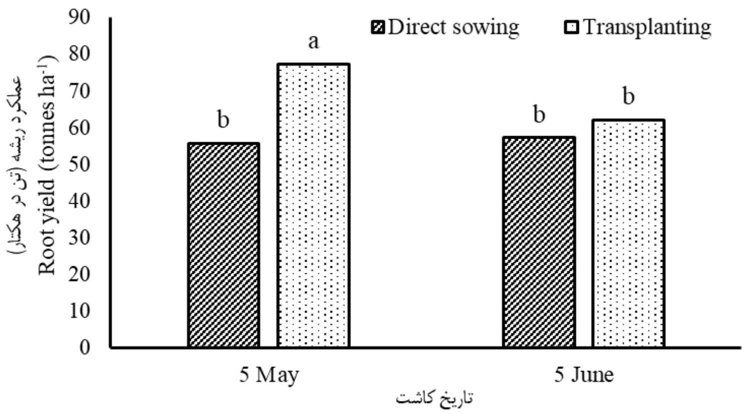
جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی منطقه، رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت بر عملکرد ریشه و وزن برگ چغندرقند در آزمایش

Table 4- Mean comparison results for main effects of location, cultivar, planting date and planting method on root yield and leaf weight in sugar beet in experiment

فاکتورهای آزمایش Experiment factors	عملکرد ریشه Root yield (tonnes ha^{-1})	وزن برگ Leaf weight (tonnes ha^{-1})
Location منطقه		
Shirvan شیروان	68.172 a	12.071 a
Mashhad مشهد	58.146 b	13.015 a
Cultivar رقم		
Anaconda آناکوندا	66.199 a	13.109 a
Dorotea دورتی	60.118 b	11.977 a
Planting date تاریخ کاشت		
5 May پانزدهم اردیبهشت	66.592 a	13.348 a
5 June پانزدهم خرداد	59.726 b	11.737 b
Planting method روش کاشت		
Transplanting کشت نشایی	69.752 a	13.365 a
Direct sowing کشت مستقیم	56.565 b	11.721 b

در هر فاکتور و در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس استیودنت تی-تست فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with the same letters for each column and each factor haven't significant difference at 5% probability level according to student t-test.



شکل ۲- اثر متقابل روش کاشت و تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه چغندرقند

Figure 2- Interaction between planting method and planting date on root yield in sugar beet

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with the same letters haven't significant difference at 5% probability level according to Tukey's test.

بیشترین عیار قند از کاشت چغندرقند در ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد و با تاخیر در کاشت، ۱۶ درصد از میزان عیار قند کاسته شد (جدول ۶). در گزارشی، به کاهش ۲/۱ تا ۱۱/۵ درصدی عیار قند چغندرقند به‌واسطه تاخیر در کاشت اشاره‌شده است (Cakmakci and Oral, 2002). در میان روش‌های کاشت نیز بیشترین عیار قند (۱۴/۹۶ درصد) مربوط به کاشت مستقیم بذر بود، به‌طوری‌که کشت نشایی باعث کاهش ۶/۵۵ درصدی عیار قند گردید (جدول ۶). مطابق این نتایج، در مطالعه‌ای برتری عیار قند چغندرقند در کشت مستقیم در مقایسه با کشت نشایی گزارش شده است (Nasri *et al*., 2012b).

در مطالعه دیگری در رابطه با بررسی تأثیر سن و تاریخ انتقال نشا بر ویژگی‌های کمی و کیفی چغندرقند گزارش‌شده است که تاخیر در زمان انتقال نشا، کاهش عیار قند را به دنبال دارد. علاوه بر این در این گزارش، به کاهش عیار قند در کشت نشایی در مقایسه با کاشت مستقیم بذر به دلیل افزایش انشعابات ریشه در کشت نشایی اشاره‌شده است (LotfiKeyvanlo and Armin, 2017). افزایش تعداد ریشه منشعب در کشت نشایی چغندرقند در مقایسه با کشت مستقیم آن توسط سایر محققین نیز گزارش‌شده است (Hasibi *et al*., 2011).

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) عیارقند، ناخالصی‌های ریشه، قلیاییت و قند ملاس چغندرقندتحت تاثیر رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت در دو منطقه شیروان و مشهد در سال ۱۳۹٦

Table 5- Combined analysis of variance (mean of squares) of impure sugar, root impurities, alkalinity and molasses content in sugar beet affected by cultivar, planting date and planting method in Shirvan and Mashhad in 2017

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عیار قند Impure sugar	ناخالصی‌های ریشه Root impurities: میزان سدیم Na^+ content	میزان پتاسیم K^+ content	نیتروژن مضره α-amino N	قلیاییت Alkalinity	قند ملاس Molasses content
Location منطقه	1	15.41**	2.66ns	3.39*	2.01ns	0.067ns	0.572**
Rep. (Location) بلوک در منطقه	4	31.85	0.442	0.393	0.3	0.124	0.076
Cultivar (C) رقم	1	1.92ns	0.307ns	0.548ns	0.392ns	0.035ns	0.093*
Planting date (D) تاریخ کاشت	1	31.04**	5.28**	6.09**	1.09**	0.398ns	0.677**
Planting method (M) روش کاشت	1	11.6**	0.211ns	0.223ns	0.046ns	0.04ns	0.026ns
C*D	1	0.213ns	0.034ns	0.078ns	0.047ns	0.417ns	0.0001ns
C*M	1	0.0008ns	0.066ns	0.058ns	0.33ns	0.355ns	0.039ns
D*M	1	1.33ns	0.01ns	0.014ns	0.097ns	0.192ns	0.002ns
C*D*M	1	0.041ns	0.126ns	0.04ns	0.039ns	0.0002ns	0.013ns
C*Location	1	0.007ns	0.037ns	0.002ns	0.007ns	0.095ns	0.0001ns
D* Location	1	0.163ns	0.001ns	0.003ns	0.043ns	0.143ns	0.002ns
M* Location	1	0.187ns	0.013ns	0.065ns	0.083ns	0.282ns	0.0006ns
C*D* Location	1	0.067ns	0.011ns	0.099ns	0.126ns	0.039ns	0.018ns
C*M* Location	1	0.333ns	0.024ns	0.004ns	0.015ns	0.004ns	0.0003ns
D*M* Location	1	0.001ns	0.059ns	0.002ns	0.022ns	0.005ns	0.005ns
C*D*M* Location	1	0.013ns	0.418ns	0.798*	0.399ns	0.004ns	0.113*
Error خطا	28	0.51	0.13	0.188	0.11	0.185	0.021
C.V. (%) ضریب تغییرات	-	4.9	12.7	11.5	14.9	14.4	8.0

*، ** و ns، به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns, indicated significant at 5%, 1% levels of probability and no significant, respectively

میزان ناخالصی‌های ریشه

به غیر از میزان پتاسیم، بین دو منطقه مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از نظر سایر ناخالصی‌های ریشه و میزان قلیاییت مشاهده نگردید (جدول ۵). با این حال، نتایج مقایسه میانگین بیانگر این بود که بیشترین میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره موجود در ریشه مربوط به کشت چغندرقند در منطقه مشهد بود (جدول ۶). اثر رقم و روش کاشت نیز بر میزان ناخالصی‌های ریشه و میزان قلیاییت معنی‌دار نبود، این در حالی بود که اثر تاریخ کاشت بر میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره ریشه معنی‌دار بود (جدول ۵). بر اساس نتایج به‌دست آمده، تاخیر در کاشت باعث افزایش میزان ناخالصی‌های ریشه می‌گردد (جدول ۶). ازاین‌رو، میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره با تاخیر در کاشت به‌ترتیب ۲۶، ۲۱ و ۱۴ درصد افزایش یافت (جدول ۶). در مطالعه‌ای در خصوص تاثیر سن نشا بر کمیت و کیفیت چغندرقند، عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین روش‌های کاشت از نظر مقادیر سدیم و نیتروژن مضره گزارش شده است (KazeminKhah, 2006). در مطالعه دیگری، افزایش میزان ناخالصی‌های ریشه در کاشت چغندرقند در اواسط خرداد در مقایسه با اواخر فروردین و همچنین کاهش میزان ناخالصی‌های ریشه در برداشت چغندرقند در اواخر مهر در مقایسه با اول مهر گزارش‌شده است (Cakmakci and Oral, 2002). ازاین‌رو، به نظر می‌رسد میزان ناخالصی‌های ریشه با طول فصل رشد چغندرقند در ارتباط باشد، به‌طوری‌که افزایش طول دوره رشد چغندرقند باعث کاهش میزان ناخالصی‌های ریشه می‌گردد. از سوی دیگر، در مطالعه دیگری میزان سدیم ریشه در زمان کاشت به‌موقع (اواخر فروردین) بیشتر از کاشت دیر هنگام (اواخر اردیبهشت) چغندرقند و میزان نیتروژن مضره در کاشت دیر هنگام بیشتر از کاشت به موقع گزارش‌شده است، در این گزارش تاثیر زمان کاشت بر میزان ناخالصی‌های ریشه متاثر از عوامل محیطی عنوان شده است (Mohamadian, 2016). در گزارش دیگری به عدم وجود اثر معنی‌دار تاریخ انتقال نشا روی ناخالصی‌های ریشه و میزان قلیاییت آن اشاره شده است، علاوه بر این در این مطالعه افزایش میزان سدیم

در انتقال نشا در اول تیر در مقایسه با انتقال نشا در اول خرداد گزارش شده است (Lotfi Keyvanlo *et al*., 2017). مشابه این نتایج، عدم تاثیر تاریخ کاشت چغندرقند بر میزان ناخالصی‌های ریشه در مطالعه دیگری نیز گزارش شده است (Karbalaei *et al*., 2012).

قند ملاس

بین دو منطقه مورد بررسی از نظر میزان قند ملاس ریشه تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۵)، بر این اساس، بیشترین مقدار قند ملاس ریشه از کشت چغندرقند در منطقه مشهد حاصل شد (جدول ۶). بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر رقم و تاریخ کاشت نیز بر میزان قند ملاس ریشه معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین میزان قند ملاس ریشه از رقم دورتی به‌دست آمد که ۵/۱۱ درصد بیشتر از قند ملاس ریشه در رقم آناکوندا بود (جدول ۶). اختلاف بین ارقام مختلف چغندرقند از نظر میزان قند ملاس توسط سایر محققان نیز گزارش‌شده است (Hasibi *et al*., 2011; Noshad and Khayamim, 2017). بررسی اثر تاریخ کاشت بر میزان قند ملاس ریشه نیز بیانگر این بود که تاخیر در کاشت باعث افزایش ۱۳/۶۱ درصدی قند ملاس ریشه می‌گردد (جدول ۶). از آن‌جایی‌که میزان قند ملاس ریشه متاثر از میزان ناخالصی‌های ریشه است، افزایش میزان قند ملاس به‌واسطه تاخیر در کاشت دور از انتظار نبود. مطابق این نتایج، در مطالعه دیگری افزایش میزان قند ملاس ریشه در نتیجه تاخیر در کاشت چغندرقند گزارش‌شده است (Hemayati *et al*., 2012).

جدول ٦- نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی منطقه، رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت بر عیارقند، ناخالصی‌های ریشه، قلیاییت و قند ملاس چغندرقند در آزمایش

Table 6- Mean comparison results for main effects of location, cultivar, planting date and planting method on impure sugar, root impurities, alkalinity and molasses content in sugar beet in experiment

فاکتورهای آزمایش Experiment Factors		عیار قند Impure sugar (%)	ناخالصی‌های ریشه Root impurities (meq in 100 g root)			قلیاییت Alkalinity (%)	قند ملاس Molasses content (%)
			میزان سدیم Na^+ content	میزان پتاسیم K^+ content	نیتروژن مضره α-amino N		
Location	منطقه						
Shirvan	شیروان	15.03 a	2.6 b	3.48 b	2.03 b	3.03 a	1.7 b
Mashhad	مشهد	13.9 b	3.08 a	4.02 a	2.43 a	2.95 a	1.91 a
Cultivar	رقم						
Anaconda	آناکوندا	14.67 a	2.76 a	3.64 a	2.14 a	3.02 a	1.76 b
Dorotea	دورتی	14.27 a	2.92 a	3.86 a	2.32 a	2.96 a	1.85 a
Planting date	تاریخ کاشت						
5 May	پانزدهم اردیبهشت	15.27 a	2.51 b	3.39 b	2.08 b	2.9 a	1.69 b
5 June	پانزدهم خرداد	13.67 b	3.17 a	4.11 a	2.38 a	3.08 a	1.92 a
Planting method	روش کاشت						
Transplanting	کشت نشایی	13.98 b	2.91 a	3.82 a	2.26 a	3.02 a	1.83 a
Direct sowing	کشت مستقیم	14.96 a	2.77 a	3.68 a	2.2 a	2.96 a	1.78 a

در هر فاکتور و در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس استیودنت تی-تست فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with the same letters for each column and each factor haven't significant difference at 5% probability level according to student t-test.

درصد و عملکرد شکر خالص (قند قابل استحصال)

نتایج تجزیه واریانس بیانگر اثر معنی‌دار منطقه، رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت بر میزان و عملکرد شکر خالص بود. علاوه بر این، اثر متقابل تاریخ کاشت و روش کاشت نیز بر عملکرد شکر خالص معنی‌دار بود (جدول ۷).

بیشترین میزان شکر خالص و عملکرد آن از رقم آناکوندا به‌دست آمد (جدول ۸). تفاوت میزان شکر در ارقام مختلف چغندرقند به اختلاف در اندازه و تعداد سلول‌های ذخیره‌کننده و در واقع سطح پلوئیدی رقم ارتباط داده می‌شود (Milford, 1976). در مطالعه دیگری نیز به تفاوت بین ارقام دیپلوئید و تتراپلوئید چغندرقند از نظر اندازه و تعداد سلول‌ها و به‌واسطه آن تفاوت در میزان شکر آن‌ها اشاره شده است (Beyaz *et al*., 2013). تفاوت بین ارقام مختلف چغندرقند از نظر میزان شکر خالص و عملکرد آن توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Noshad and Khayamim, 2017; Erciyes *et al*., 2016).

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) قند قابل استحصال، عملکرد شکر و ضریب استحصال شکر چغندرقند تحت تاثیر رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت در دو منطقه شیروان و مشهد در سال ۱۳۹٦

Table 7- Combined analysis of variance (mean of squares) of extractable sugar, sugar yield and extraction coefficient of sugarin sugar beet affected by cultivar, planting date and planting method in Shirvan and Mashhad in 2017

منبع تغییرات S.O.V.		درجه آزادی df	قند قابل استحصال Extractable sugar	عملکرد شکر Sugar yield	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar
Location	منطقه	1	21.92^{**}	47.01^{**}	101.94^{**}
Rep. (Location)	بلوک در منطقه	4	32.05	17.81	55.96
Cultivar (C)	رقم	1	2.86^{*}	13.74^{**}	16.75^{**}
Planting date (D)	تاریخ کاشت	1	40.89^{**}	48.84^{**}	144.85^{**}
Planting method (M)	روش کاشت	1	12.74^{**}	11.33^{**}	25.87^{**}
C*D		1	0.217^{ns}	3.5^{ns}	0.031^{ns}
C*M		1	0.028^{ns}	0.203^{ns}	2.59^{ns}
D*M		1	1.45^{ns}	20.2^{**}	5.59^{ns}
C*D*M		1	0.007^{ns}	2.14^{ns}	0.167^{ns}
C*Location		1	0.009^{ns}	0.389^{ns}	0.167^{ns}
D* Location		1	0.127^{ns}	0.116^{ns}	0.291^{ns}
M* Location		1	0.167^{ns}	1.694^{ns}	0.003^{ns}
C*D* Location		1	0.015^{ns}	0.0001^{ns}	0.063^{ns}
C*M* Location		1	0.355^{ns}	0.252^{ns}	0.505^{ns}
D*M* Location		1	0.009^{ns}	0.002^{ns}	0.085^{ns}
C*D*M* Location		1	0.049^{ns}	0.065^{ns}	3.8^{ns}
Error	خطا	28	0.636	1.35	2.08
C.V. (%)	ضریب تغییرات	-	6.61	15.11	1.74

*، ** و ns، به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns, indicated significant at 5%, 1% levels of probability and no significant, respectively.

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی منطقه، رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت بر قند قابل استحصال، عملکرد شکر و ضریب استحصال شکر چغندرقند در آزمایش

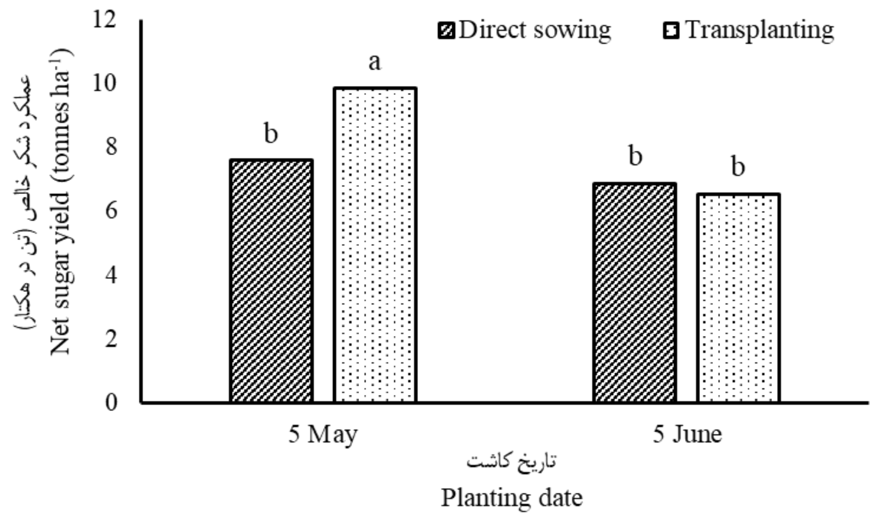
Table 8- Mean comparison results for main effects of location, cultivar, planting date and planting method on extractable sugar, sugar yield and extraction coefficient of sugar in sugar beet in experiment

فاکتورهای آزمایش Experiment Factors		قند قابل استحصال Extractable sugar (%)	عملکرد شکر Sugar yield (tonnes ha^{-1})	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar
Location	منطقه			
Shirvan	شیروان	12.74 a	8.694 a	84.38 a
Mashhad	مشهد	11.39 b	6.715 b	81.46 b
Cultivar	رقم			
Anaconda	آناکوندا	12.31 a	8.239 a	83.51 a
Dorotea	دورتی	11.82 b	7.169 b	82.33 b
Planting date	تاریخ کاشت			
5 May	پانزدهم اردیبهشت	12.99 a	8.713 a	84.66 a
5 June	پانزدهم خرداد	11.14 b	6.696 b	81.18 b
Planting method	روش کاشت			
Transplanting	کشت نشایی	11.55 b	8.19 a	82.18 b
Direct sowing	کشت مستقیم	12.58 a	7.219 b	83.65 a

در هر فاکتور و در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس استیودنتتی-تست فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with the same letters for each column and each factor haven't significant difference at 5% probability level according to student t-test.

نتایج بررسی اثر متقابل تاریخ کاشت و روش کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد شکر خالص از کشت نشایی چغندرقند در تاریخ ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد (شکل ۳). در مطالعه‌ای در رابطه با مقایسه کشت مستقیم و نشایی چغندرقند در تاریخ‌های کاشت مختلف، برتری عملکرد شکر در کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم و همچنین کاهش عملکرد شکر به‌واسطه تاخیر در کاشت گزارش شده است (Hussain, 1987). در مطالعه دیگری نیز برتری کشت نشایی چغندرقند در تاریخ کاشت اول خرداد در مقایسه با کشت مستقیم بذر و نشایی در تاریخ‌های ۱۵ خرداد و اول تیر گزارش شده است (Keyvanlo *et al*., 2011). در مطالعه‌ای مربوط به بررسی فاکتورهای اقلیمی بر زمان کاشت چغندرقند وجود رابطه مثبت بین طول دوره رشد و میزان شکر خالص و وجود رابطه منفی بین به تعویق انداختن تاریخ کاشت و میزان شکر خالص گزارش شده است (Petkeviciene, 2009). در گزارش دیگری، افزایش طول دوره رشد یا به‌عبارتی افزایش تعداد روز بین کاشت تا برداشت چغندرقند مرتبط با افزایش میزان شکر در چغندرقند گزارش‌شده است، در این مطالعه به وجود رابطه غیر خطی مثبت بین طول دوره رشد و عملکرد شکر اشاره شده است و دلیل این رابطه غیر خطی اعمال محدودیت در رشد توسط فاکتورهای محیطی بیان شده است (Scott *et al*., 1973). با توجه به این‌که عملکرد شکر حاصل‌ضرب عملکرد ریشه در میزان شکر است، دلیل برتری کشت نشایی در مقایسه با کاشت مستقیم بذر در عملکرد شکر احتمالاً به بیشتر بودن عملکرد ریشه در کشت نشایی بستگی دارد و این‌که عملکرد قند بیشتر تحت تاثیر عملکرد ریشه قرار دارد (Lotfi Keyvanlo *et al*., 2017). در مطالعه دیگری نیز برتری درصد قند خالص ریشه در کشت مستقیم در مقایسه با کشت نشایی گزارش شده است (Hasibi *et al*., 2011).



شکل ۳- اثر متقابل روش کاشت و تاریخ کاشت بر عملکرد شکر چغندرقند

Figure3- Interaction between planting method and planting date on sugar yield in sugar beet

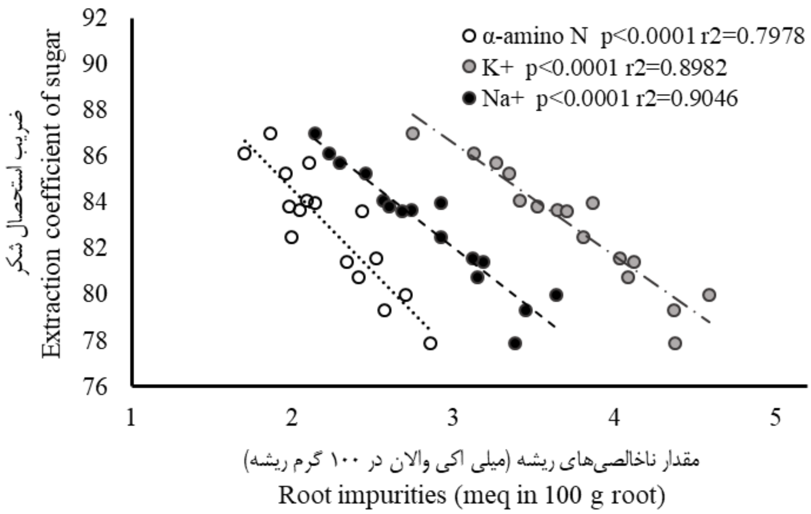
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Means with the same letters haven’t significant difference at 5% probability level according to Tukey’s test.

ضریب استحصال شکر

بین دو منطقه مورد بررسی از نظر ضریب استحصال شکر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، این در حالی بود که اثر رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت بر ضریب استحصال شکر معنی‌دار بود (جدول ۷). ضریب استحصال شکر رابطه عکس با مقدار ناخالصی‌های ریشه داشت، به‌طوری‌که با افزایش میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره در ریشه از ضریب استحصال شکر کاسته می‌شود (شکل ۴). رابطه منفی ضریب استحصال شکر با میزان سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Rajabi *et al*., 2014; Fotouhi *et al*., 2017; Sharifi, 2014; Nasri *et al*., 2012a). افزایش ناخالصی‌های ریشه از طریق ممانعت از کریستاله شدن ساکارز، استحصال قند را کاهش می‌دهد و افزایش میزان ملاس را به دنبال خواهد داشت (Jaggard *et al*., 1999; Draycott, 2006). بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که ضریب استحصال شکر در کشت چغندرقند در شیروان بیشتر از مشهد بود (جدول ۸). با توجه به بالاتر بودن میزان ناخالصی‌های ریشه در کشت چغندرقند در منطقه مشهد در مقایسه با شیروان (جدول ۸) و رابطه منفی بین ناخالصی‌های ریشه و ضریب استحصال شکر، کاهش میزان ضریب استحصال شکر، دور از انتظار نبود. در مطالعه‌ای در دو منطقه کرج و کرمان، میزان استحصال شکر در منطقه کرج به دلیل پایین

بودن هدایت الکتریکی خاک و به دنبال آن میزان کمتر ناخالصی‌ها و عیار بالاتر، بیشتر از منطقه کرمان گزارش‌شده است (Farzamnia *et al.*, 2011)



شکل ٤- ارتباط بین مقدار ناخالصی‌های ریشه و ضریب استحصال شکر چغندرقند تحت تاثیر رقم، تاریخ کاشت و روش کاشت در دو منطقه شیروان و مشهد در سال ١٣٩٦

Figure 4- Relationship between root impurities and extraction coefficient of sugar in sugar beet affected by cultivar, planting date and planting method in Shirvan and Mashhad in 2017

بررسی نتایج مقایسه میانگین بیانگر این بود که ضریب استحصال شکر در رقم آناکوندا (۸۳/۵۱ درصد) بیشتر از رقم دورتی (۸۲/۳۳ درصد) بود (جدول ۸). در مطالعه‌ای درباره بررسی کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقند، اختلاف ضریب استحصال شکر بین ژنوتیپ‌های مختلف گزارش‌شده است (Oroojnia *et al.*, 2012). علاوه بر این، تاخیر در کاشت چغندرقند باعث کاهش ضریب استحصال شکر به میزان ۴/۱۱ درصد گردید. در بین روش‌های کاشت نیز، بیشترین ضریب استحصال شکر مربوط به کاشت مستقیم بذر چغندرقند بود (جدول ۸). به‌طور کلی، تاخیر در کاشت یا انتقال نشا و همچنین کشت نشایی باعث افزایش میزان ناخالصی‌های ریشه و به دنبال آن افزایش میزان ملاس ریشه گردید (جدول ۸)، از این‌رو کاهش ضریب استحصال شکر را در پی داشت. در مطالعه دیگری، کاهش ضریب استحصال شکر به دلیل تاخیر در کاشت گزارش‌شده است (NemeataAlla, 2016).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این آزمایش بیانگر برتری عملکرد ریشه در کشت نشایی چغندرقند در مقایسه با کشت مستقیم بود. این در حالی بود که عیار قند و میزان شکر خالص چغندرقند در کشت مستقیم بیشتر از کشت نشایی بود. با توجه به وابستگی عملکرد شکر خالص به میزان عملکرد ریشه، عملکرد شکر خالص چغندرقند در کشت نشایی بیشتر از کشت مستقیم بود. علاوه بر این ضریب استحصال شکر در کشت مستقیم بیشتر از کشت نشایی بود. نتایج این تحقیق نشان داد که تاخیر در کاشت چغندرقند باعث افزایش ناخالصی‌های ریشه و کاهش عملکرد ریشه، شکر خالص و ضریب استحصال شکر گردید. در بین ارقام مورد بررسی، رقم آناکوندا عملکرد ریشه و شکر خالص بیشتری در مقایسه با رقم دورتی داشت. در بین دو منطقه مورد بررسی، کشت چغندرقند در منطقه شیروان میزان عملکرد کمی و کیفی بهتری در مقایسه با کشت چغندرقند در منطقه مشهد داشت. به‌طور کلی، بیشترین عملکرد ریشه و شکر چغندرقند در کشت نشایی رقم آناکوندا در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت به‌دست آمد. یکی از فواید کشت نشایی، کاهش هزینه کنترل علف‌های هرز در مقایسه با کشت مستقیم بود. از سوی دیگر، هزینه تولید نشا و کشت آن از مشکلات این روش به‌شمار می‌آید. بنابراین اظهار نظر در خصوص برتری کشت نشایی نیازمند بررسی جنبه‌های اقتصادی می‌باشد.

References

1. AbdollahianNoghabi, M., Shikholeslami, R., and Babaee, B. 2005. Technical terms of sugar beet quantity and quality. Journal of Sugar Beet 21 (1): 101-104. (in Persian with English abstract).
2. Beckett, J. L. 1982. Variety × environment interactions in sugar beet variety trials. The Journal of Agricultural Science 98 (2): 425-435.

3. Beyaz, R., Alizadeh, B., Gurel, S., FatihOzcan, S., and Yildiz, M. 2013. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) growth at different ploidy levels. Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics 66 (1): 90-95.
4. Buchholz, K., Marlander, B., Puke, H., Glattkowski, H., and Thielecke, K. 1995. Neubewertung des technischenWertes von Zuckerrüben. Zuckerindustrie 120: 113-121.
5. Cakmakci, R., and Oral, E. 2002. Root yield and quality of sugar beet in relation to sowing date, plant population and harvesting date interactions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 26: 133-139.
6. Chaligar, E., Raoufat, M. H., Khadem, S. M. R., and Chaligar, E. 2014. Design, fabrication and pseudo field evaluation of a sugar beet crust breaker and weeding unit equipped with an infrared sensor. Journal of Agricultural Machinery 4 (2): 194-205. (in Persian).
7. Dehghani, M., JafarAghaee, M., and MohammadiKia, S. 2015. Effect of cotton transplanting on its yield and water use efficiency. Journal of Water Research in Agriculture 28 (2): 307-314. (in Persian).
8. Draycott, A. P. 2006. Sugar beet. Blackwell Publishing Ltd.
9. Erciyes, H., Bulut, S., and Arslan, M. 2016. Yield and quality characteristics of sugar beet cultivars under continental climatic conditions. Current Trends in Natural Sciences 5 (9): 152-157.
10. Fabeiro, C., Martin de Santa Olalla, F., Lopez, R., and Dominguez, A. 2003. Production and quality of the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semi-arid climate. Agricultural Water Management 62: 215-227.
11. Fanadzo, M., Chiduza, C., and Mnkeni, P. N. S. 2009. Comparative response of direct seeded and transplanted maize (*Zea mays* L.) to nitrogen fertilization at Zanyokwe irrigation scheme, Eastern Cape, South Africa. African Journal of Agricultural Research 4 (8): 689-694.
12. Farzamnian, M., Zareie, G., Fathollah Talleghani, D., and Darvishi, D. 2011. Role of controlled deficit irrigation on sugar beet quantity and quality. Journal of Sugar Beet 26 (2): 169-183. (in Persian).
13. Ferdous, H. M., Abdul Khaliq, Q., and Karim, A. 2015. Effect of sowing dates on growth and yield of tropical sugar beet. International Journal of Agronomy and Agricultural Research 7 (1): 53-60.
14. Fotouhi, K., Majidi, E., Rajabi, A., and Azizinejad, R. 2017. Study of genetic variation for drought tolerance in sugar beet half-sib families. Journal of Sugar Beet 33 (1): 1-16. (in Persian).
15. Haghayeghi, A., Tohidloo, G., and Sadreghaen, H. 2005. Water use efficiency and yield of sugar beet under sprinkler and furrow irrigation. Journal of Agricultural Engineering Research 6 (22): 1-14. (in Persian with English abstract).
16. Hasibi, P., Kashani, A., Mamghani, R., and Meskarbashi, M. 2011. Feasibility study of spring culture of three sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars by paper pot and direct sowing methods in Ahvaz. Journal of Plant Production (Scientific Journal of Agriculture) 33 (2): 41-54. (in Persian).
17. Hemayati, S. S., Shirzadi, M. H., Aghaeezadeh, M., Taleghani, D. F., Javaheri, M. A., and Aliashari, A. 2012. Evaluation of sowing and harvesting date effects on yield and quality of five sugar beet cultivars in Jiroft region (autumn planting). Journal of Sugar Beet 28 (1): 13-21.
18. Hosseinian, S. H., Abdollahian Noghabi, M., and Majnoon Hosseini, N. 2014. Effect of bolting on the yield and quality of two sugarbeet varieties in autumn sowing area in Dezful region of Iran. Iranian Journal of Crop Sciences 16 (4): 265-277. (in Persian with English abstract).
19. Hussain, A. 1987. The response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to planting method and sowing date. Ph.D. thesis. Lincoln College, University of Canterbury.
20. ICUMSA. 2007. The determination of the polarisation of sugar beet by the macerator or cold aqueous digestion method using aluminium sulphate as clarifying agent official in A. Bartens, K.G. eds. International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis. Methods Book, Berlin.
21. Jafarnia, B., ZareaFaze Abadi, A., Ghorbani, R., Rezvani Moghadam, P., and Ghaemi, A. R. 2015. Effects of plant density and nitrogen and bio fertilizer on qualitative characteristics of sugar beet in Mashhad and Torbat-e-jam regions of Iran. Iranian Journal of Field Crops Research 13 (2): 278-286. (in Persian).
22. Jaggard, K. W., Clark, C. J. A., and Draycott, A. P. 1999. The weight and processing quality of components of the storage roots of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture 79: 1389-1398.
23. Kandil, A. A., Badawi, M. A., El-Moursy, S. A., and Abdou, U. M. A. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and biofertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences) 5 (2): 227-237.
24. Karbalaei, S., Mehraban, A., Mobasser, H. R., and Bitarafan, Z. 2012. Sowing date and transplant root size effects on transplanted sugar beet in spring planting. Annals of Biological Research 3 (7): 3474-3478.
25. Kaya, R., and Buzluk, S. 2006. Integrated weed control in sugar beet through combinations of tractor hoeing and reduced dosages of herbicide mixture. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30: 137-144.
26. KazeminKhah, K. 2006. The effect of transplanting time on the quality and quantity of paper pot cultivation of sugar beet in the saline soils of East Azerbaijan province. Journal of Agricultural Science 16 (1): 203-212. (in Persian).

27. Khaembah, E. N., and Nelson, W. R. 2016. Transplanting as a means to enhance crop security of fodder beet. Cold Spring Harbor Labs Journals. https://doi.org/10.1101/056408.
28. Koocheki, A. R., Nassiri Mahallati, M., Siyahmarguee, A., Gherekhloo, J., Rastgoo, M., and Ghaemi, A. R. 2008. Effect of different integrated weed management methods on weed density and yield of sugar beet crop. Iranian Journal of Field Crops Research 6 (2): 383-394. (in Persian with English abstract).
29. Kubadinow, N., and Wieninger, L. 1972. Bestimmung des Alpha-Aminostickstoffs in Zuckerru¨ben und Betriebssa¨ften der Zuckerproduktion. Zucker 25: 43-47.
30. LotfiKeyvanlo, A., and Armin, M. 2017. The effect of seedlings age and date of transfer on quantitative and qualitative characteristics of sugar beet. Iranian Journal of Field Crop Science 48 (1): 291-301. (in Persian with English abstract).
31. Milford, G. F. J. 1976. Sugar concentration in sugar beet: varietal differences and the effects of soil type and planting density on the size of the root cells. Annals of Applied Biology 83: 251-257.
32. Mirzaei, M. R., and Abdollahian Noghabi, M. 2012. Study of sugar beet growth pattern in Hamadan. Journal of Sugar Beet 27 (2): 117-134. (in Persian with English abstract).
33. Mohamadian, R. 2016. Effect of sowing date and defoliation intensity on root yield and yield quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 18 (2): 88-103. (in Persian with English abstract).
34. Nasri, R., Kashani, A., Paknejad, F., SadeghiShoae, M., and Ghorbani, S. 2012a. Correlation and path analysis of qualitative and quantitative yield in sugar beet in transplant and direct cultivation method in saline lands. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding 8 (1): 213-226. (in Persian).
35. Nasri, R., Kashani, A., SadeghianMotahar, S. Y., and Habibi, D. 2012b. Quantitative and qualitative characteristics of sugar beet in direct cultivation and paper pot transplanting under saline soils of Ahvaz, as an autumn planting. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding 7 (4): 25-40. (in Persian).
36. NemeataAlla, H. E. A. 2016. Yield and quality of sugar beet as affected by sowing date, nitrogen level and foliar spraying with calcium. Journal of Sustainable Agricultural Science 42 (1): 170-188.
37. Noshad, H., and Khayamim, S. 2017. Effect of soil nitrogen on some physiological characteristics and quality of sugar beet. Iranian Journal of Field Crop Science 48 (1): 11-24. (in Persian with English abstract).
38. Oroojnia, S., Habibi, D., Taleghani D. F., Safari Dolatabadi, S., Pazok, A., Moaveni, P., Rahmani, M., and Farshidi, M. 2012. Evaluation of yield and yield components of different sugar beet genotypes under drought stress. Iranian Journal of Agronomy and Plant Breeding 8 (1): 127-144. (in Persian).
39. Petkeviciene, B. 2009. The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing. Agronomy Research 7 (1): 436-443.
40. Rajabi, A., Pirniya, P., Amiri, R., Salimi, S., Ebrahimi, M., and Aghaeezadeh, M. 2014. Assessment of heritability and identification of suitable hybrids for late sowing in sugar beet. Journal of Sugar Beet 29 (2): 163-174. (in Persian).
41. Rastegar, J., and Heydari, S. 2006. Effects of nursering and transplanting date on quantitative and qualitative characters of long-day onion (*Allium cepa* L.) cultivars. Seed and Plant Production Journal 22 (3): 303-317. (in Persian).
42. Sadrabadi Haghighi, R., Amirmoradi, S., and Mirshahi, A. 2011. Investigation og growth analysis of conventional and commercial sugar beet (*Beta vulgaris*) varieties at delayed planting date in Chenaran (Khorasan Razavi Province). Iranian Journal of Field Crops Research 9 (3): 505-513. (in Persian).
43. Sadreghaen, S. H., Zarei, G., and Haghayeghei Moghaddam, A. G. 2009. Effect of sprinkler and furrow irrigation on quantity, quality and water use efficiency of sugar beet. Journal of Water and Soil 23 (1): 173-183. (in Persian with English abstract).
44. Schnepel, K., and Hoffmann, C. M. 2016. Effect of extending the growing period on yield formation of sugar beet. Journal of Agronomy and Crop Science 202 (6): 530-541.
45. Scott, R. K., English, S. D., Wood, D. W., and Unsworth, M. H. 1973. The yield of sugar beet in relation to weather and length of growing season. The Journal of Agricultural Science – Cambridge Core 81: 339-347.
46. Sharifi, M. 2014. Correlation and path analysis of white sugar yield with some of traits under irrigated regimes in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes. Journal of Plant Ecophysiology 6 (17): 74-88. (in Persian).
47. Siahmarguee, A., Koocheki, A. R., and NassiriMahallati, M. 2010. Effect of different integrated weed management methods on weed characteristics and yield of sugar beet. Electronic Journal of Crops Production 3 (4): 49-71. (in Persian with English abstract).
48. Taheri, M., Abbasi, M., Daneshi, N., and Ebrahimi Pak, N. A. 2015. Assessing effect of different irrigation intervals and planting methods on onion yield. Journal of Water Research in Agriculture 29 (1): 11-19. (in Persian).
49. Vantine, M., and Verlinden, S. 2003. Growing organic vegetable transplants. West Virginia University.
50. Wieninger, L., and Kubadinow, N. 1971. Beziehungenzwischen Ru¨benanalysen und technischer Bewertung von Zuckerru¨ben. Zucker 24: 599-604.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 17, No. 4, Winter. 2020, p. 551-565

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸، ص. ۵۶۵-۵۵۱

Evaluation of Quantity and Quality Characteristics of Sugar Beet Varieties in Different Sowing Date of Direct Sowing and Transplanting in Shirvan and Mashhad

M. Bagheri Shirvan[1], Gh. A. Asadi[2*], A. Koochecki[3]

Received: 10-11-2018
Accepted: 14-04-2019

Introduction

Sugar beet is one of the important industrial crops in sugar production industry. Recently, Iranian farmers have encountered some challenges such as restricting government support and lack of water for irrigation. Therefore, sugar beet production has declined in recent years. In addition, lack of precision planting equipment, dependency on labour force in weed control and synchronizing sugar beet planting with irrigation of other crops such as cereals has increased problems for farmers. The appropriate sowing technique, optimum sowing date and application of acceptable varieties will solve these problems.

Materials and Methods

This experiment was conducted during 2017 in Mashhad and Shirvan stations. The experimental layout was factorial experimental design based on randomized complete block design. The factors in this experiment were sugar beet varieties (Anakonda and Dorotea), planting method (Transplanting and seed sowing) and sowing or transplanting date (5 May and 5 June). For transplanting treatments, the seed was planted into paper pots in tunnel house around 30 days before transplanting. The plots area was 15 m^{-2}, had 6 rows (50 cm apart) with 5 m length. In seed sowing treatments, seeds were sown 10 cm apart, then in 4-6 leaf stage, the plants were manually thinned to a density of 100,000 plants ha^{-1} (20 cm apart). In transplanting treatments, seedlings were sown 20 cm apart. The plants harvested on 27 October in Mashhad and 29 October in Shirvan. After harvesting, the root and leaf were weighted. Then a sample from the root in each plot was selected and used to measured criteria sugar content, root impurities, molasses content, extractable sugar, sugar yield and extraction coefficient of sugar.

Results and Discussion

The results showed that root yield and sugar yield of sugar beet in Shirvan were higher than Mashhad. While the root impurities and molasses content in Mashhad were higher than Shirvan. The difference in soil and weather conditions could be one of the reasons for these differences between two areas. Transplanting treatments showed the highest root yield and leaf weight rather than direct sowing. Furthermore, the root impurities were highest in transplanting treatments. According to the reports, branched roots in transplanting roots would be higher than direct sowing and it can increase the root impurities. Based on this hypothesis, direct sowing of sugar beet increased the impure sugar and extractable sugar. According to the positive correlation between root yield and sugar yield, the highest sugar yield obtained from transplanting treatments. The results represented that delaying in sowing date increased the root impurities and molasses content. Therefore, the sugar yield in the second date of sowing or transplanting was less than first sowing date. The second sowing date increased the percentage of sodium, potassium and amino nitrogen, 26.29, 21.24, and 14.42, respectively. In addition, the second sowing date increased the molasses content compared to the first sowing date by 13.61%. Other studies also reported similar results. Some of the studies mentioned that decreasing the growth period can increase the root impurities in sugar beet. Different genotypes also showed different responses. The highest root yield and sugar yield and the lowest root impurities were related to Anakonda. The molasses content in Dorotea was 5.11% higher than Anakonda. Some of the studies expressed that different genotypes have different cell capacity to store the sugar. According to the evaluation of the interaction between different factors, the highest root yield (77.34 $ton.ha^{-1}$) and sugar yield (9.848 $ton.ha^{-1}$) were observed in transplanted sugar beet that planted in the first sowing date. There is a significant correlation between the extraction coefficient of sugar and root impurities content, this led to root impurities interfere with crystallization of sucrose and decreased the sugar extraction.

Conclusions

According to the results, transplanted sugar beet had more yield quantity and quality compared to seed sowing. Also, the second sowing date decreased the quality and quantity of sugar beet. In addition, planting of sugar beet in Shirvan condition was better than Mashhad condition. In general, it seems that the transplanted

1- Ph.D. student in crop ecology, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2- Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: asadi@um.ac.ir)

Anakonda on 5 May in both areas will be appropriate. However, making a decision, in this case, requires further evaluating such as economic aspects.

Keywords: Extraction coefficient of sugar, Root impurities, Root yield, Transplanting